

ТОНКОПЛЕНОЧНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ СОДЕРЖАЩИЕ НАНОЧАСТИЦЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И МЕТАЛЛОВ

Марван Ф. С. Х. Аль-Камали

Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого
marwan.ye2@mail.ru

Annotation. The sol-gel method of $\text{SiO}_2\text{:CuO}$ target formation is developed. The results of investigation of features of obtaining targets on the basis of aerosil A-380 copper salts are presented. The data on the structure and morphology of high-silica films obtained by ion-beam sputtering in vacuum of targets on the polished surface of silicon substrate are presented. The fields of application of the obtained thin films are determined.

Одним из основных условий получения покрытий с исключительной однородностью методами вакуумного напыления является высокая степень постоянства размера частиц и химического состава исходной мишени. Получение покрытий оптического качества и однородной стехиометрии возможно только в режиме сильного «отравления» материала мишени при малой скорости распыления (т. е. когда поверхность мишени имеет тонкий слой диэлектрика). В нашем случае распределить легирующие добавки с молекулярной однородностью можно, используя для его создания аэросил (в качестве матрицы-носителя присадок) и компоненты, химическая чистота которых не ниже марки «ОСЧ». Затем эти добавки сорбируются на поверхности глобулы аэросила (пирогенного кремнезема) в виде тонкого слоя толщиной несколько нанометров.

Цель исследования – синтез двухкомпонентных металлооксидных систем в виде мелкодисперсных наночастиц оксида меди и оксида кремния, сформированных на основе высокопористых медьсодержащих ксерогелей, изучение их функциональных характеристик, проведение термической модификации в водороде, исследование структурные, морфологические и фазовые параметры синтезированных материалов и определение возможности изготовления элементов для микро- и наноэлектроники.

С помощью золь-гель метода созданы двухкомпонентные системы оксидов металлов в виде наночастиц оксида меди и оксида кремния. Такие мишени в дальнейшем были использованы в качестве основы для нанесения слоев на подложки из низколегированного монокристаллического кремния ЭКЕС 0,005 (111). Ранее [1–2] подробно изучен механизм формирования мишеней различного химического состава. Технология нанесения пленок описана в работе [3].

На рис. 1 представлены СЭМ-изображения полученных пленок при различном составе рабочего газа. Видно, что пленка формируется плотная и однородная [4].

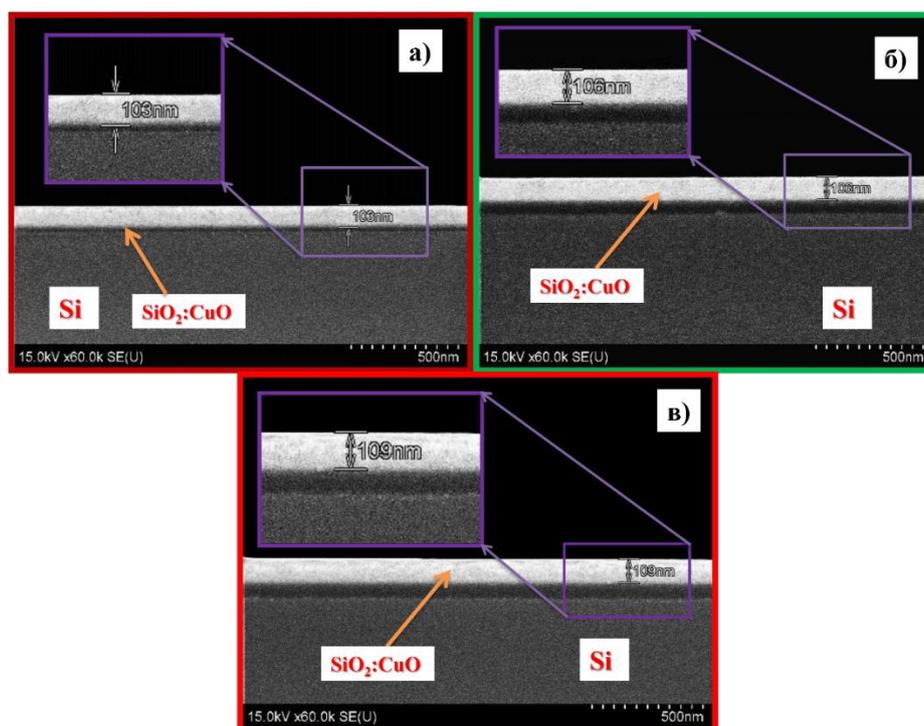


Рисунок 1 – СЭМ-изображение поверхности скола тонкой пленки, нанесенной методом ионно-лучевого распыления мишени состава $\text{SiO}_2:\text{CuO}$ на подложке из полированного кремния при различном составе рабочего газа: *а* – Ar 100 %, *б* – 50 % Ar и 50 % O_2 , *в* – 100 % O_2

Следует отметить, что хотя авторы работы [5] продемонстрировали косвенные возможности получения покрытий для пассивной защиты и электроизоляции структуры оптоэлектронных элементов, а также придания им требуемых оптических свойств с применением в золь-гель метода, впервые сформированы мишени для получения пленок, с использованием метода ионно-лучевого распыления. Гидролизат тетраэтоксисилана (ТЭОС), в свою очередь, успешно использовался в смешанном варианте золь-гель метода синтеза пленочных пленок.

Таким образом, определены структурные и оптические свойства тонких пленок (толщиной ~ 100 нм), сформированных ионно-лучевым распылением мишеней на основе микропорошков пирогенного кремнезема, содержащих соединения меди. Морфология поверхности пленки в целом показывает интегральную однородность и фактически не зависит от состава газовой среды, при этом наблюдается некоторая «зернистость» поверхности покрытия, что характерно для распыления пористых мишеней, состоящих из агломератов или доменных структур.

Список использованных источников

1. Алексеенко, А. А. Особенности получения наноструктурированных материалов на основе SiO_2 -ксерогелей и тонких пленок, допированных наночастицами благородных металлов / А. А. Алексеенко, М. Ф. С. Х. Аль-Камали, О. Д. Асенчик, Е. Г. Стародубцев // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2018. – № 3 (74). – С. 41–48.

2. Аль-Камали, М. Ф. С. Х. Мишени $\text{SiO}_2:\text{CuO}$ (CuO) для нанесения тонких пленок ионно-лучевого распыления, полученные золь-гель методом / М. Ф. С. Х. Аль-Камали, А. А. Бойко, Хамдан А. С. Аль-Шаамири // Докл. нац. акад. наук Беларуси. – 2022. – Т. 66, № 3. – С. 348–355.

3. Вилья, Н. Формирование пленок оксида титана методом реактивного магнетронного распыления / Н. Вилья, Д. А. Голосов, Т. Д. Нгуен // Доклады БГУИР. – 2019. – № 5 (123). – С. 87–93.

4. Аль-Камали, М. Ф. С. Х. Формирование композиционных покрытий ионно-лучевым распылением мишеней на основе микропорошков пирогенного кремнезема, содержащих соединения меди / М. Ф. С. Х. Аль-Камали, А. А. Бойко, Д. А. Голосов, Т. Х. Доан, А. М. Михалко // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 6. Тэхніка. – 2022. – Том 12, № 2. – С. 14–23.

5. Подденежный Е. Н., Бойко А. А. Золь-гель синтез оптического кварцевого стекла / Мон. – Гомель: УО «ГГТУ им. П. О. Сухого», 2002. – 210 с.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ОКСИДА МАГНИЯ, ЛЕГИРОВАННЫЕ НАНОЧАСТИЦАМИ МЕТАЛЛОВ, ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СОРБЦИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ, ПОЛУЧЕННЫЕ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

Эльшербини С. М. Э., Бойко А. А.

Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого

Lifematrix247@gmail.com, boiko@gstu.by

Annotation. Composite materials based on magnesium oxide doped with metal nanoparticles using sol-gel method have been developed. Investigations of peculiarities of obtaining composite materials based on magnesium oxide and their subsequent practical application are carried out. Information on the structure and morphology of micropowders, obtaining tablets, and the possibility of application for sorption of oil products are given.

В настоящее время проводится поиск и исследуется применение эффективных методов утилизации отходов, особенно способы удаления фенолов, ионов тяжелых металлов и нефтепродуктов из сточных вод [1]. В этом исследовании мы использовали простой метод, золь-гель метод, для создания материалов с адекватной и экономически эффективной адсорбционной способностью. Получение образцов композиционных материалов на основе оксида магния осуществляли в два этапа.

На первом этапе, с использованием золь-гель метода, были синтезированы ксерогели и микропорошки на основе MgO . Для синтеза ксерогелей и порошков использовали нитрат цинка, оксид цинка, хлорид иттрия и оксид иттрия, хлорид железа и оксид железа, нитрат бария и оксид бария. При получении ксерогелей составов $\text{MgO}:\text{ZnO}$ и $\text{MgO}:\text{Y}_2\text{O}_3$, $\text{MgO}:\text{Fe}_2\text{O}_3$, $\text{MgO}:\text{BaO}$, в чистый золь предварительно вводился нитрат цинка $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$, хлорид иттрия $\text{YCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$, хлорид железа $\text{FeCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$, нитрат бария $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ из расчета концентрации оксидов в готовом